

運搬排雪のICT化に関する基礎検討

事業振興部 機械課 ○飯田 和彦
木下 豪
矢野 敬大

運搬排雪作業の実施は、多数の機械と人員を要する作業であることから、ICT化を図ることで効率化や省力化を図ることが可能ではないかとの視点で実態調査を行い、その結果、運搬排雪作業には問題やカイゼン項目を内包していることが確認できたことから検討結果について報告する。

キーワード：運搬排雪、ICT、ロータリ除雪車、ダンプトラック、効率化、省力化

1. はじめに

北海道は、近畿・中国・四国地方の合計面積に匹敵する広大な地域であり、札幌を中心とした広域分散型社会が形成されている。

北海道開発局では地域間を結ぶ国道など経済・社会活動の基盤としてのインフラを整備しているが、地域間を結ぶ道路ネットワークは非常に重要であり、道路が有する機能を発揮させるため、年間を通じて維持管理を行っているところである。特に冬期の交通確保については、安全で円滑な交通の確保を図り、通行止めが生じないように、新雪除雪や運搬排雪などの除雪作業が行われ、その機能確保は、除雪機械力によって担保されているところである。

また、近年の北海道では、平成24年の岩見沢での記録的大雪、平成25年に9名の方が亡くなった道東地方の暴風雪災害、平成26年と平成27年には道東を中心とした低気圧の襲来¹⁾、平成28年には低気圧による暴風雪で北海道の広い範囲で通行止めが発生²⁾し、いずれも大きな雪害が発生し交通への支障を来したところである。これらの啓開作業においても除雪機械力が発揮され交通の確保がされている。

2. 北海道開発局の除雪体制と除雪機械配置について

北海道では、全ての国道を北海道開発局が管理している。

平成29年度の除雪延長は、6,768kmであり、除雪事業は、出先機関である34箇所の道路事務所と114箇所の除雪ステーションに配置された1,044台の除雪機械²⁾により除雪を実施

している。(図-1)

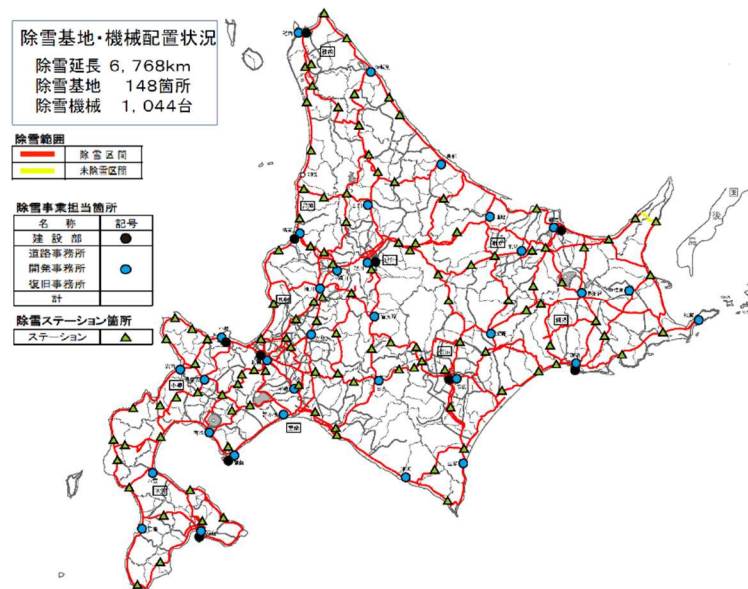


図-1 H29除雪概要図及び機械配置

3. 運搬排雪作業について

一般に除雪作業は、新雪除雪、路面整正、拡幅除雪、運搬排雪、歩道除雪、凍結防止剤散布があり、いずれの作業も除雪機械による作業が行われている。

この内、運搬排雪は、新雪除雪などにより除雪された雪が道路脇に堆雪し必要な車道幅員の確保が困難となり、道路交通に支障をきたすおそれがある場合(写真-1, 2)に行われ、多数の機械などで構成される一団が低速で移動しながら行われる作業である。(写真-3, 4)

運搬排雪作業に必要な機械などの構成は、ロータリ除雪車と排雪用ダンプトラックを中心に、除雪グレーダ、除雪ドーザ、バックホウなどの多

数の機械や機械誘導や補助作業を行う作業員及び交通整理員となっており、他の除雪作業とは構成が大きく異なる作業（写真－3，4）であるとともに、長年に渡り機械などの構成に大きな変化が見受けられない作業でもある。



写真－1 運搬排雪作業前（堆雪状況）



写真－2 運搬排雪作業後



写真－3 バックハウとドーザによる巻き出し作業状況



写真－4 ロータリによる運搬排雪作業状況

4. 運搬排雪作業の実態と問題

運搬排雪作業の実施にあたっては、3. に記述したとおり、多数の機械と人員を要する作業であるとともに、作業形態にも変化が見受けられないことから、ICT化を図ることで運搬排雪作業の効率化や省力化を図ることが可能ではないかとの視点で、作業における問題やカイゼン項目について調査した。

実態調査は、維持除雪工事（直轄）を受注している会社にご協力いただいた。

運搬排雪作業での各作業の実態と抽出された問題は以下のとおりである。

①作業前の事前測量（ロッド持ち、撮影）

- ・排雪作業の実施は、車道側の堆雪スペースの減少と歩道側の幅が狭くなり、交通車両や歩行者の通行の妨げとなると判断された際に決定されている。
- ・排雪作業の実施前には事前に堆雪状況を測量し管理が行われている。（写真－5）
- ・作業前の測量は排雪作業毎及び路線毎に行われ、作業実施の数日前に、人力により行われている。
- ・測量は、路側かつ雪山での作業であり、通行車両への注意や転落など安全対策が求められることから、測量作業の省力化の意見があった。



写真－５ 運搬排雪作業前の堆雪状況測量

②運搬排雪に必要なダンプトラック台数の推定

- ・運搬排雪に利用されるダンプトラックの手配は、多くが作業の都度、関連会社と調整のうえ行われている。
- ・手配するダンプトラックの必要台数は、排雪場所から堆雪場所までの運搬距離や推定排雪量により決められているが、その判断は現場代理人の経験則により行われている状況であった。
- ・また、運搬排雪作業時に手配したダンプトラックの台数が多い場合は、ほとんどは台数を減らすなどの対応はとられていない状況であった。
- ・一方、不足が生じた場合は、追加手配を行っても確保するのが困難な状況であることから、傾向としては多めにダンプトラックを確保している状況であり、ダンプトラックの適正台数確保について意見があった。

③ダンプトラックへの積み込み量（作業員による成型作業での出来形管理）把握

- ・排雪作業現場におけるダンプトラック荷台への積み込み量の把握は、ロータリ除雪車オペレータの経験則により行われている状況であった。
- ・また、排雪量の管理として、堆雪場において、ロータリ除雪車よりダンプトラック荷台へ投雪された雪山を均し、所定の寸法に収まっているかを確認し積み込み量の把握がされている。（写真－６，７）
- ・頻度として、作業日毎に任意の数台が行われ、その作業は人力により行われている。
- ・雪山の均し作業は、１台当たり概ね３０分から１時間程度要するとともに、ダンプトラック荷台への昇降や不安定な足下での雪

均し作業となり落下の危険が伴う非効率的な作業であることから、経験則によらない積み込み量の自動計測による把握や人力による均し作業省力化の意見があった。



写真－６ 荷台の雪山均し作業状況



写真－７ 荷台の雪山均し後の寸法確認

④堆雪場でのダンプトラック出入り管理（カウンター、紙によるチェック）

- ・排雪場所からの搬出と堆雪場での受け入れの出入りの管理は、紙の受け渡しにより誘導員を介して行われている。（写真－８）
- ・また、堆雪場での回数管理は荷台の上下動としてタコグラフのカウンターで管理がなされている。（一部、出入り管理に用いている紙で管理されている場合もある。）
- ・出入りの管理は人力を介して行われていること及びタコグラフのカウンターによる回数管理は空の状態でも荷台を上げてカウントされるため、信頼性への問題があることから、人力によらない出入り管理と確実な回数管理の把握が可能となる効率化の意見があった。



写真－８ 出入り確認状況



写真－１０ オーバーフロー処理作業

⑤ロータリ除雪車からの積みこぼしによる作業ロス（人力等による排除作業、交通規制）

- ・排雪場所での作業は移動しながらの作業となるため、ロータリ除雪車とダンプトラック間双方で積み込み状況の把握に電光表示盤や無線機及び拡声器などにより連絡がとられている。
- ・ロータリ除雪車からは積み込み状況を確認しつつ、ダンプトラックへ前進、停止、満載を伝え、ダンプトラックのオペレータは指示により運転を行っているが、ロータリ除雪車のオペレータ熟練度によりダンプトラックの動きに追従することができずシュート操作の遅れによる積みこぼしやオーバーフローも発生している。（写真－９）



写真－９ オーバーフロー発生状況

- ・積みこぼしやオーバーフローが発生した場合は、交通誘導員による規制と人力や除雪ドーザなどにより処理が行われており、作業性の低下を招いている。（写真－１０）

- ・一方で、ロータリ除雪車のオペレータの熟練度が高い場合は積みこぼしは皆無との回答もあった。
- ・以上のことから、積みこぼしの大きな要因はオペレータの熟練度の違いによるもので、シュート操作の自動化や積み込み量によるダンプトラックの運転指示などにより積みこぼし解消が可能であると考えられる。

⑥補助作業（グレーダやショベルによる構造物を考慮しながらの除雪作業）

- ・植樹帯や構造物などが設置されている箇所は、堆雪により位置の把握が困難となるため、降雪期を向かえる前にスノーポールを設置し目印として活用されている。
- ・運搬排雪作業時には、事前に設置されたスノーポールにより構造物の目安とし、バックホウなどで大雑把に除雪した後、人力で周辺の細かい巻き出し作業が行われている。（写真－１１，１２）この際、詳細な位置を把握するために、台帳図と照らし合わせたり、事前の写真撮影などにより正確な位置の把握がされているとのことであった。
- ・構造物周辺の作業は、位置の把握を行いつつ、機械や人力で補助作業を行うことから、作業の効率化の意見があった。



写真－１１ ドーザによる構造物周辺の除雪状況



写真－１２ 人力による構造物周辺の除雪状況

5. 運搬排雪作業へのICT化導入の検討

運搬排雪作業はスムーズな道路交通を確保するために行われているが、作業形態はこれまで大きな変化がなく、調査の結果、作業には問題やカイゼン項目を内包していることが確認できた。

これら問題に対しICT化によるカイゼンで各作業の効率化や省力化が可能かどうかについて机上検討を行った。

①作業前の事前測量作業の省力化

- ・ロータリ除雪車の前面に設置した2台のレーザースキャナーにより、ロータリ装置のオーガ掻き込み直前における雪堤の断面積を計測する雪量計測システムの開発が行われているが、計測精度の向上が必要となっている。³⁾
- ・今後の検討で実用可能な精度やシステムとなることで、出来形管理への活用と作業前

の堆雪状況把握の測量作業が省力化になると考えられる。

②運搬排雪に必要なダンプトラック台数の把握

- ・現状、ダンプトラックの適正台数確保として、確立された技術は見受けられなかった。
- ・日作業量の最適化として、排雪場所から堆雪場所までの距離把握と効率的に堆雪量が計測できる技術により、必要なダンプトラックの台数が求められるシステムの構築が望まれる。
- ・ダンプトラックの適正台数確保は、ロータリ除雪車の作業待ち時間の解消、ダンプトラックの待機による交通障害の軽減及び運搬排雪作業に要する時間の短縮化に繋がることから作業の効率化及び省力化になると考えられる。

③ダンプトラックへの積み込み量の把握

- ・ダンプトラックでの積み込み量把握自動化として、運搬排雪に利用されるダンプトラックは通常、土砂等運搬に利用されており、「土砂等を運搬する大型自動車による交通事故の防止等に関する特別措置法」により自重計の取り付けが義務づけられているが、積載荷重の把握には荷台を上げる必要がある。
- ・また、後付け対応としても市場には車載式積載重量が開発され販売もされているが、地域が限定されている状況である。
- ・いずれも運用方法の検討が必要となるが運搬する車両側として積載重量を把握することは可能と考えられる。
- ・また、ロータリ除雪車での積み込み量把握自動化として、除雪作業への適応など検証が必要と思われるが、デジタル写真測量による土量計測システム⁴⁾の開発が行われているように、デジタルカメラを利用した画像処理技術を活用することにより、経験則によらない積み込み量の把握が可能と考えられる。
- ・以上のことより、ダンプトラック側での積載重量とロータリ除雪車側での積み込み量を把握することで、正確な重さと量を把握することが可能となり、人力による雪山の均し作業の省力化が図られるとともに過積載防止にも貢献することが可能と考えられる。

④ダンプトラックの出入り管理

- ・ダンプトラックの出入り管理として、市場にはICタグやGPSなどを利用した車両

管理システムが多数開発されているとともに、民間での活用実績が多数あることから、出入り管理には有効と考える。

- ・しかしながら、出入りする箇所に読み取り機器を設置する必要があるなど検討が必要と考える。
- ・ダンプトラックの排雪回数管理については、荷台を上げた際の情報に5. ③に記述した積載量のデータを付加することにより、積載ありからなしの回数として正確な排雪回数を把握することが可能と考えられる。

⑤ロータリ除雪車からの積みこぼし解消

- ・ロータリ除雪車からの積みこぼし対策として、確立された技術は見受けられなかったが、熟練オペレータのシュート操作をデジタル化することによりシュート操作の自動化を図り、熟練オペレータと同様な動作が可能となることで経験年数が少ないオペレータでも積みこぼしの発生を防ぐことが可能と考えられる。
- ・また、積み込み量の把握として5. ③に記述したダンプトラックとロータリ除雪車双方からの把握により、オペレータ間で行われていたダンプトラックの前進などの指示も自動で行うことが可能となれば、更なる積みこぼしの解消に繋がると考えられる。

⑥補助作業の効率化

- ・スノーポール設置や台帳図などを利用した構造物位置把握の効率化として、デジタルマッピングと準天頂衛星によるセンチメートル級の精細な位置情報を活用したガイダンスシステムを構築することにより、雪山に埋まった構造物有無や位置の把握が可能となることから、機械や人力による補助作業の効率化を図ることが可能と考えられる。
- ・ガイダンスシステムの構築により、構造物周辺へのスノーポール設置作業の省力化も可能と考えられる。

6. まとめ

5. で整理したとおり、運搬排雪各作業へのICT化導入が可能かどうかについては、各技術の開発状況は異なるが、運用方法の検討により運搬排雪作業全般のカイゼンが望めるとの結論に至った。

具体として、計測システムによる排雪作業前の事前測量作業や適正なダンプトラック台数把握の

Kazuhiko Iida, Suguru Kinoshita, Takahiro Yano

カイゼン、センサーや画像処理などによる積み込み量の把握による成型作業のカイゼン、ICTタグなどによるダンプ出入り管理のカイゼン、ロータリ除雪車の自動化などによる積みこぼしに伴う除雪作業や交通規制のカイゼン、精細な位置情報の利用による補助作業のカイゼンを図ることができると考察する。

本稿は運搬排雪作業へのICT導入が可能かどうかについて机上検討を行ったものであるが、今後、運搬排雪作業の効率化に向けた検討を行う予定である。(図-2)



図-2 ICT化導入イメージ

最後に、本稿をとりまとめるに当たり実態調査にご協力いただいた北海道開発局各開発建設部及び維持除雪工事受注者の皆様はこの場をかりて感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 松岡ら(2015)：北海道の雪氷, No34, pp35-38.
- 2) 北海道開発局(2016)：平成28年度頻発する暴風雪を踏まえた今冬取組について
- 3) 石川ら(2011)：運搬除雪雪量計測システムの開発, 寒地土木研究所月報, No. 692, pp2-10.
- 4) 黒沼ら(2003)：土木学会第58回年次学術講演